

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ

УДК 316.422.44

<https://orcid.org/0000-0002-7195-8684>

<https://orcid.org/0000-0001-9891-5417>

<https://orcid.org/0000-0003-3358-6274>

В.П. ГОРБУЛІН, С.К. ПОЛУМІЄНКО, О.М. ТРОФИМЧУК

МЕТОДИ ОЦІНКИ ТА ФОРМУВАННЯ СТРАТЕГІЇ РОЗВИТКУ НАЦІОНАЛЬНИХ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ І РОЗРОБОК

***Анотація.** Розглядається проблема аналізу стану та ефективності використання науково-технологічних ресурсів, тобто діяльності у сфері досліджень та розробок. Вирішення проблеми пропонується на основі побудови відповідної системи індикаторів стану науково-технологічних ресурсів. Запропоновано та проаналізовано 24 базових індикатори стану сфери досліджень і розробок. Ці індикатори відображають всі аспекти наукової діяльності та характеризують фінансування наукової діяльності, ефективність використання нерухомого майна наукових установ, публікацію наукових результатів, в тому числі публікацію в наукометричних виданнях та окремі оцінки її необхідності тощо. Вводиться інтегральний індекс стану сфери досліджень та розробок, який визначається на основі введених базових індикаторів та фокусується на ефективності використання різнобічних науково-технологічних ресурсів. Пропонується підхід до визначення стратегій розвитку національних науково-технологічних ресурсів.*

***Ключові слова:** система індикаторів, інтегральний індекс, науково-технологічні ресурси, стратегії розвитку.*

DOI: 10.35350/2409-8876-2019-15-2-5-20

Вступ

На сьогодні застосування та розробка високих технологій визначають потенціал розвитку країни, формують підґрунтя високого рівня добробуту населення. Оцінка рівня розвитку науково-технічного потенціалу визначається багатьма міжнародними організаціями задля порівняльного аналізу стану країн та регіонів та ґрунтується на різних інтегральних індексах та системах індикаторів – показниках, що відображають ключові фактори вихідної проблеми. Не менш важливим, крім порівняльної оцінки стану науково-технологічних ресурсів, є визначення національних стратегій їх розвитку та досягнення світового рівня, що й має забезпечити високий рівень розвитку країни.

Метою статті є визначення методів індикативного оцінювання рівня науково-технологічного розвитку країни та на цій основі – передумов стратегії розвитку науково-технологічного потенціалу країни.

1. Система індикаторів науково-технологічного розвитку

В [1] було проведено огляд різних методів оцінки рівня розвитку науково-технологічного потенціалу та визначено перелік показників, які найчастіше застосовуються для оцінки рівня досліджень і розробок (ДіР) в національній та міжнародній практиці (табл. 1).

Таблиця 1 – Показники стану науково-технологічних ресурсів

1	Кількість організацій	13	Кількість організацій, які ведуть підготовку аспірантів (докторантів)
2	Кількість наукових підрозділів	14	Чисельність аспірантів (докторантів), враховуючи вступ/випуск
3	Кількість наукових підрозділів з міжнародною участю	15	Чисельність захистів дисертацій
4	Чисельність персоналу	16	Кількість виконаних розробок
5	Кількість співробітників з науковим ступенем кандидата наук	17	Кількість виконаних фундаментальних досліджень
6	Кількість співробітників з науковим ступенем доктора наук	18	Кількість монографій
7	Бюджетні витрати на ДіР	19	Кількість наукових статей
8	Обсяг недержавних замовлень та договорів	20	Кількість наукових статей у міжнародних журналах
9	Обсяг міжнародних проектів, договорів, грантів	21	Кількість патентних заявок та одержаних патентів
10	Обсяг заробітної плати	22	Кількість реєстрацій в Web of Science та Scopus
11	Кількість використаних передових технологій, засобів та ін.	23	Кількість посилань на опубліковані матеріали
12	Кількість створених передових технологій, засобів та ін.	24	Кількість премій, нагород, грантів та ін.

Розглянемо ці показники з точки зору їх інформативності для використання при розробці національної стратегії розвитку ДіР.

Показники 1–3 зустрічаються в основному в статистиці України, Білорусі та РФ, що збереглася з часів СРСР. В міжнародній практиці кількісні характеристики науково-дослідних організацій здебільшого відображають кількість співробітників та дослідників з науковим ступенем. На наш погляд, це

має місце через те, що, з одного боку, зазначені показники відображають різнобічність ДіР в межах організацій, з іншого боку, – велика кількість підрозділів відображає розпорошеність ДіР, особливо у випадку незначної чисельності їх співробітників. Водночас великі компанії та корпорації можуть діяти через свої дочірні підприємства і в національній статистиці матимуть вигляд невеликого підприємства. Тобто, кількість співробітників з урахуванням їх наукових ступенів коректніше відображає обсяг досліджень, ніж кількість організацій та підрозділів. Кількість підрозділів з міжнародною участю (показник 3) повніше визначається обсягом договорів з іноземними організаціями, кількістю іноземних фахівців, які беруть участь в національних ДіР та фінансуються через міжнародні договори, або кількістю національних науковців, які беруть участь в іноземних ДіР, котрі також фінансуються через міжнародні договори. Таким чином, показник 3 таблиці 1 дещо дублюється показником 9, який, проте, не викликає додаткових питань щодо кількості співробітників та обсягу їх участі в ДіР. Виходячи з цього, показники 1–3, а також 13 надалі опускаються на користь аналізу кількості фахівців, адже саме вони формують та виконують ДіР.

Кількість дослідників зі ступенем кандидата або доктора наук також слід розглядати як один показник через його потенційну постійну зміну, по-перше, через захисти дисертацій, що визначається окремим показником, по-друге, внаслідок суб'єктивних причин, що характеризують активність, якість, обсяг та інші фактори наукової діяльності, які можуть знівелювати результати кандидатів та докторів наук, по-третє, внаслідок вікових причин.

Гендерна характеристика участі у ДіР здебільшого притаманна міжнародним оцінкам. Але її корисність викликає певні сумніви. По-перше, на сьогодні авторам не відомі випадки утисків жінок в національних дослідженнях, по-друге, існує схильність жінок, як і чоловіків, до окремих галузей ДіР, яка «регулює» їх участь, по-третє, окремі дослідження пов'язані із загрозою для здоров'я жінок, що є не менш важливим фактором, тощо. Нарешті, якщо зорієнтувати оцінювання результатів наукової діяльності за предметними галузями, що й робитиметься далі, гендерна специфіка згладжується і не буде інформативною.

Бюджетне фінансування ДіР в національній та міжнародній практиці здебільшого характеризується тільки його обсягом та розміром зарплати співробітників. З іншого боку, зацікавленість в ДіР результатах характеризується обсягом приватних замовлень та договорів, міжнародних проєктів. Не менш важливою характеристикою є обсяг витрат на обладнання, енергозабезпечення, матеріали та комплектуючі, нові технології, на базі яких планується виконувати ДіР, створити нові продукти, технології або методи.

Крім цього, в умовах децентралізації влади в Україні, пропонується окремо розглядати витрати на ДіР в межах державного та регіональних бюджетів.

ДіР потребують певних приміщень та земельних ділянок, на яких вони розташовуються, тобто для повноцінного аналізу результатів ДіР необхідна оцінка нерухомого майна. Такі дані відсутні в національній статистиці. Те ж стосується зарубіжних досліджень, де обладнання та нерухоме майно здебільшого є приватною власністю компаній-виконавців ДіР, оцінювати ефективність використання якої є справою власника. В нашому випадку нерухоме майно є насамперед власністю держави, створене за бюджетні кошти, що формулює

завдання його ефективного використання. Саме для цього введені відповідні індикатори.

Але таке використання насамперед вимагає подолання спротиву керівництва наукових установ та їх співробітників, зміни підходів до подальшої діяльності. Вважається, що нерухомість можуть відібрати на користь приватного бізнесу, будівництва житлових, торгово-розважальних комплексів та ін. Частково це є слушним, але це майно можна не тільки відбирати, а й ефективно використовувати, можливо й розширювати у відповідності з потенційною діяльністю. Проте, зараз забувається про зміну кількості співробітників, методів, обсягів та результатів досліджень з часів, коли були створені ці установи. Їх стан треба підтримувати, взимку опалювати, що веде до зайвих витрат значних коштів, які можна було б направити й на зарплату співробітників, на оновлення обладнання та ін. Навряд чи робота в холодних приміщеннях, на застарілому устаткуванні, комп'ютерах приведе до конкурентоспроможності, якості та кількості одержаних результатів.

Додамо, що при аналізі будь-якого бізнес-плану оцінка приміщень, території, іншого наявного майна та обладнання є обов'язковою, оскільки впливає на фінансові результати проекту, його окупність та ін.

Показники 11–12 кількості використаних технологій застосовуються, скоріше, в національній практиці. Ця кількість є специфічною характеристикою дослідження, обґрунтованою необхідністю придбати технології, що регламентується умовами технічного завдання, яке узгоджується виконавцем та замовником на початку ДіР. Кількість створених технологій – теж неоднозначна оцінка ДіР. Адже, одна створена технологія – це сенсорне скло для смартфонів, програма меню того ж смартфона, або – технологія венеціанської штукатурки. Перша вимагає значних витрат на обладнання та дослідження, друга – менших витрат на апаратне та програмне забезпечення, третя має в порівнянні нульові витрати на обладнання та залежить від досвіду будівельника. Всі технології мають багатомільйонну аудиторію споживачів, але перші дві захищені патентами, складністю створеного продукту, остання – описана в Інтернет, можна навчитися безкоштовно. Перші дві технології в сукупності можуть дати їй власникам мільярди доходи, остання – нормальну зарплату.

Тобто, кількість використаних та створених технологій не може служити оцінкою результатів ДіР. Більш важливими є необхідний обсяг витрат на них, масовість, наявний або потенційний дохід від використання результатів ДіР. Організація економічного співробітництва та розвитку аналізує створення та використання технологій через відповідний цьому процесу баланс витрат та надходжень.

Виходячи з цього, далі розглядається не кількість, а вартісна оцінка обсягу створених та використаних технологій. Це ж стосується й кількості розробок та фундаментальних досліджень. Прикладні розробки додатково будемо оцінювати обсягом потенційних надходжень, наприклад, протягом 3 років з моменту завершення розробки (такий відрізок часу диктується поточними темпами старіння багатьох технологій, особливо в ІТ та мікроелектроніці).

Також існують прикладні розробки, спрямовані на вирішення, зокрема, суто державних завдань, котрі через національну специфіку навряд чи матимуть міжнародне призначення або визнання, проте необхідні для розвитку країни. До

таких розробок відносяться й ДіР у військово-оборонній сфері. Обсяг подібних, не призначених для безпосереднього або масового застосування ДіР будемо розглядати як окремий індикатор та вважати, що такі розробки можуть фінансуватися з державних, регіональних, приватних джерел, в тому числі міжнародних. Будемо називати такі ДіР цільовими.

Виконані ДіР (показники 18–20) характеризуються не тільки обсягами витрат та надходжень, а й їх результатами з точок зору наукової новизни, визнання, які зазвичай оцінюються через відповідні публікації та подальші посилення на них.

Але публікації далеко не завжди є однозначною оцінкою обсягу та якості проведених ДіР. По-перше, публікації можуть мати оглядовий характер, що власно не дає нічого нового, але при цьому даватимуть значну кількість посилань. По-друге, публікації іноді спеціально робляться неповними, не включають детального розгляду використаних моделей або методів, надаючи тільки результати їх використання. Разом з цим треба згадати й засекречені розробки, по котрих публікацій не буде взагалі. По-третє, відомі приклади, коли публікації робились задля заплутування наукової спільноти з комерційних та інших цілей. По-четверте, кількість посилань відображає не тільки важливість та рівень наведених в публікації результатів, а й популярність напрямків досліджень, їх авторів, сприйняття результатів науковим співтовариством, суспільством і бізнесом. Тобто, через посилення оцінюється не стільки розробка, скільки її автор. Для авторів це важливо й з точки зору найму на роботу. Слід додати, що й оцінювання ДіР на основі кількості підготовлених в їх межах публікацій, хай і дуже важливих, не вплине безпосередньо на стан економіки, природи чи добробут населення.

Підвищення кількості посилань можна досягнути й в інші, не зовсім праведні способи, прецеденти вже є. Не менш цікавим є випадок значного індексу посилань, який дала лише одна публікація. Виходить, що з позицій обсягу проведених досліджень, декілька нецитованих монографій виглядатимуть слабше, ніж така одна стаття. Але ж не кожна стаття є аналогом дисертації Ейнштейна... А якщо через декілька років ці монографії врешті-решт знайдуть відповідну оцінку й наберуть більший індекс?.. Оцінка ж розробки робиться сьогодні, вона сьогодні, а не в майбутньому матиме певні наслідки для її виконавців, котрим такі майбутні оцінки може й будуть не потрібними. Є ще одна проблема – перелік авторів публікації результатів ДіР не завжди відповідає переліку всіх її учасників, що робить оцінку ДіР за такою публікацією неповною та й недостовірною.

Публікація у міжнародних (наукометричних) виданнях має й інші додаткові труднощі. Незважаючи на існування багатьох видань, котрі приймають рукописи безкоштовно, без фінансових витрат для наших авторів цього досягнути проблематично. Насамперед необхідно зробити переклад роботи «носієм» іноземної, здебільшого англійської, мови. Ваша точка зору, що ви самостійно здатні зробити гарний переклад, в переважній більшості випадків є хибною. Іноді редакцією не приймаються й рукописи, перекладені носієм через неочікувані вами ускладнення. Зокрема, цей носій в більшості випадків не розбирається у ваших наукових дослідженнях і в термінології та застосовує зрозумілі йому поняття, які не відповідають вашим визначенням та предметній галузі досліджень.

Після цього іноді необхідні витрати на реєстрацію в певних базах даних автора або організації та ін. Далі йдуть можливі витрати на редагування

(та публікацію) вашої роботи, надсилання вам оригінальної копії роботи після її публікації. В сукупності зазначене «тягне» на не менш ніж 100–200 дол. США та в кращому випадку місяці зо два очікувань позитивного рішення щодо опублікування.

При цьому, особливо в разі подання статей в безкоштовні видання, частіше, ніж в платних, можна одержати відповідь, що «ваш рукопис – не для наших читачів, не відповідає спрямованості та (іншому) рівню нашого журналу та ін., зверніться до більш відповідного вашій дуже гарній статті видання». В чомусь це – правда, бо видання зорієнтовані на інтереси більш близької територіально, ментально та змістовно аудиторії. Тобто, треба виходити із зацікавленості до вашої роботи з точки зору видання, зрозуміти чого чекають від неї. Ваші, навіть дуже важливі, результати можуть бути просто нецікавими. Більш цікавим може буде сам автор, але для цього теж потрібні результати, прийнятні насамперед для відповідної виданню наукової спільноти.

Також, навряд чи будуть цікавими певні національні дослідження, які не застосовні в міжнародній практиці, хоча можуть бути прийняті з міркувань популяризації видання, розширення його аудиторії та ін. Наприклад, розглянуті проблеми якого-небудь племені, народу, що точно не відноситься до ваших життєвих інтересів, але цікаво з точки зору «як же живуть люди?». Навпаки, міжнародні публікації мало дадуть й національному розвитку, який тут розглядається як одне з головних завдань науково-технологічної діяльності, оскільки задля забезпечення міжнародної зацікавленості на проблеми суто національного розвитку такі публікації, скоріш за все, й не орієнтуватимуться, хоча будуть цікавими з погляду наведених різнобічних оцінок або індексів.

Виходячи з викладеного та неоднозначності оцінок кількості публікацій та посилян на них, відповідні показники будемо розглядати далі як поправочні коефіцієнти.

Тоді, публікації, сприяючи підвищенню оцінки рівня ДіР, розглядаються як фактори просування результатів ДіР, яке має виконуватися як її авторами, так і організацією, де вони працюють. Але на сьогодні наші автори та організації до цього не звикли, оскільки національні ДіР ґрунтуються на поданні нових тем, їх затвердженні замовниками (керуючими організаціями), подальшому фінансуванні з бюджету, підготовці публікацій та звітів і завершуються не маючими фінансової складової актами впровадження.

Ця циклічна схема національних ДіР тягнеться ще з часів СРСР. Тоді вона давала результати саме через плановість економіки, особливо це стосувалось військово-оборонної тематики. Також був інший рівень зарплати науковців (з науковим ступенем) та престижу наукової діяльності в суспільстві. В сучасних умовах ця схема не дає бажаного фінансування та зарплати науковців. Може, проблема в тім, що результати запропонованих ДіР, які планується одержати, не мають фінансової складової, яка є основою будь-якого інноваційного та інвестиційного проекту?

Якщо виходити з типової структури інвестиційного проекту, до мети ДіР, крім наукових результатів, слід додавати детальний аналіз всіх факторів створення нового продукту або технології, потенційного ринку їх збуту, можливих ризиків, визначення споживачів продукції або послуг, також проект ДіР має враховувати виробничо-маркетингові витрати, відображати фінансово-

економічні оцінки ефективності з точок зору комерційного ефекту, використання наявного майна, робочої сили та ін.

Фундаментальні дослідження при такій схемі можуть фінансуватися як накладні витрати інших ДіР, при цьому вони мають розглядатися як база майбутніх прикладних ДіР та включати кадрову підготовку, підтримку іміджу організації тощо.

В підсумку пропонуються такі індикатори рівня розвитку ДіР (табл. 2).

Таблиця 2 – Перелік базових індикаторів стану науково-технологічних ресурсів

Базові індикатори по галузі досліджень i	Позначення
Чисельність персоналу	r_1
Кількість співробітників з науковим ступенем	r_2
Кількість аспірантів (докторантів)	r_3
Кількість захистів дисертацій	r_4
Площа земельних ділянок	r_5
Вартість нерухомого майна (будинки та споруди)	r_6
Вартість основних засобів	r_7
Витрати на матеріали, комплектуючі тощо	r_8
Витрати на технологічні інновації, обладнання	r_9
Витрати на заробітну плату	r_{10}
Витрати на ДіР з державного бюджету	r_{11}
Витрати на ДіР з регіонального бюджету	r_{12}
Витрати на фундаментальні дослідження та цільові ДіР з державного та регіонального бюджетів	r_{13}
Обсяг ДіР у приватному секторі (в тому числі цільових)	r_{14}
Обсяг експорту, міжнародних договорів, грантів	r_{15}
Очікуваний обсяг доходів від реалізації результатів ДіР	r_{16}
Очікуваний обсяг експорту від реалізації результатів ДіР	r_{17}
Кількість монографій	r_{18}
Кількість наукових статей, в тому числі в міжнародних журналах	r_{19}
Кількість патентних заявок	r_{20}
Кількість посилань на опубліковані матеріали	r_{21}
Кількість премій, нагород, грантів та ін.	r_{22}

Наведені індикатори розглядаються як оцінки $r_{i,j}$ частки відповідного ресурсу регіону j , що відповідає предметній галузі ДіР i в його національному обсязі r_i . Для точнішої картини можна розглядати значення r_i як національну частку відповідного ресурсу в його міжнародному обсязі, але це вимагає значних витрат на знаходження відповідних даних.

Величини $r_{i,j}$ змінюються в межах від 0 до 1, є безрозмірними, що дозволяє ввести агреговані оцінки різних науково-технологічних ресурсів.

2. Індекс та стратегії науково-технологічного розвитку

У відповідності з табл. 2 для оцінки персоналу предметної галузі ДіР i регіону країни j будемо виходити, по-перше, з оцінок його відносної чисельності $r_{i,j,1}$ (до позначень ресурсів з табл. 2 тут і далі додаються індекси предметної галузі та регіону), по-друге, з відносної кількості фахівців з науковим ступенем $r_{i,j,2}$ та кількості захищених дисертацій $r_{i,j,4}$. Також разом з величиною чисельності персоналу $r_{i,j,1}$ будемо розглядати кількість аспірантів (докторантів) $r_{i,j,3}$, оскільки вони теж беруть участь у виконанні науково-виробничих завдань.

В підсумку введемо величину

$$a_{i,j,1} = (r_{i,j,1} + r_{i,j,2} + r_{i,j,3} + r_{i,j,4})/4,$$

яку й будемо використовувати як оцінку персоналу.

За побудовою, збільшення $a_{i,j,1}$ означає поліпшення ситуації в кадровому забезпеченні ДіР. Виходячи зі значень $r_{i,j,*}$, $a_{i,j,1}$ змінюється в межах від 0 до 1.

Через величину

$$a_{i,j,2} = (r_{i,j,5} + r_{i,j,6} + r_{i,j,7})/3$$

будемо оцінювати відносний обсяг нерухомого майна та обладнання, наявного в установах предметної галузі i регіону j , $0 \leq a_{i,j,2} \leq 1$.

Процес виконання наукових досліджень будемо відображати відносними оцінками обсягу виробничих витрат на проведення ДіР та зарплати співробітників –

$$a_{i,j,3} = (r_{i,j,6} + r_{i,j,7} + r_{i,j,8} + r_{i,j,9})/4 \text{ та } a_{i,j,4} = r_{i,j,10}.$$

Як і вище, $0 \leq a_{i,j,3} \leq 1$, але, на відміну від $a_{i,j,1}$, збільшення $a_{i,j,2}$ та $a_{i,j,3}$ не означає збільшення рівня ДіР, а характеризує лише обсяг виробничих витрат на них.

Крім цього, виконані ДіР будемо оцінювати на основі їх підсумкових фінансових та наукових результатів, зокрема, через кількість публікацій та їх визнання.

На сьогодні в Україні ключовим фактором фінансування ДіР є державний або регіональний бюджет, останнє стає актуальним завдяки децентралізації влади. Це ж стосується цільових ДіР, які виконуються, виходячи з завдань, необхідних різним органам влади, тобто маємо суму відносних величин $r_{i,j,11} + r_{i,j,12} + r_{i,j,13}$.

Як установи, так і окремі фахівці можуть одержувати додаткові доходи від проведених за інші кошти досліджень, останні, зокрема, можуть працювати в декількох організаціях. Враховуючи це, сформуємо величину

$$a_{i,j,5} = ((1 + r_{i,j,14}) * (1 + r_{i,j,15}) * (r_{i,j,11} + r_{i,j,12} + r_{i,j,13})/3 + (r_{i,j,16} + r_{i,j,17})/2)/5,$$

де введені, по-перше, поправки, які відображають комерційний ефект від реалізації результатів розробок, участь в міжнародних дослідженнях, експорт створеної продукції, по-друге, оцінки очікуваних доходів від ДіР, які знаходяться на початковій стадії. Цифра «5» є нормуючим коефіцієнтом, $0 \leq a_{i,j,5} \leq 1$.

Кількість публікацій та їх цитування будемо оцінювати величиною –

$$a_{i,j,6} = (r_{i,j,18} + r_{i,j,19} + r_{i,j,20} + r_{i,j,21} + r_{i,j,22})/5.$$

Інтегральна оцінка процесу виконання ДіР має відображати всі його аспекти. Перш за все, будемо вважати, що метою розвитку є обсяги доходів від науково-технологічної діяльності як організацій, так і окремих осіб. Інші критерії будемо відносити на другий план. Тоді, завданням є збільшення величин $a_{i,j,5}$ та $a_{i,j,4}$, або ж максимізація їх усередненої суми $a_{i,j,4-5} = (a_{i,j,4} + a_{i,j,5})/2$, яка краще відображає важливість підвищення обох ключових факторів ДіР. Відношення $a_{i,j,4-5}/a_{i,j,2-3}$, де $a_{i,j,2-3} = (a_{i,j,2} + a_{i,j,3})/2$, буде відображати ефективність доходів/витрат в процесі проведення ДіР. Якщо до $a_{i,j,4-5}$ додати поправку за оцінкою кількості публікацій $a_{i,j,6}$, а до $a_{i,j,2-3}$ – поправку за оцінкою персоналу $a_{i,j,1}$, то оцінка ефективності ДіР включатиме й ці характеристики.

Таким чином, сформуємо агреговану оцінку - індекс рівня розвитку науково-технологічного потенціалу галузі ДіР i регіону країни j –

$$A_{i,j} = \frac{(1 + a_{i,j,6}) * a_{i,j,4-5}}{(1 + a_{i,j,1}) * a_{i,j,2-3}} = \frac{(1 + a_{i,j,6}) * (a_{i,j,4} + a_{i,j,5})}{(1 + a_{i,j,1}) * (a_{i,j,2} + a_{i,j,3})}. \tag{1}$$

Розглянемо для ілюстрації спрощений приклад використання наведеної методики оцінки. Будемо вважати, що розглядаються певні 5 галузей досліджень, оцінка виконується на основі теж 5 індикаторів з чисельності персоналу та персоналу з науковим ступенем, обсягу витрат та доходів, кількості публікацій. Введемо їх числові величини та розраховані відносні значення.

Таблиця 3 – Приклад розрахунку оцінки стану галузей ДіР

	Галузь досліджень і розробок					Всього
Чисельність персоналу	1000	3000	2000	2000	3000	11000
r_1	0,091	0,273	0,182	0,182	0,273	1
Кількість співробітників з науковим ступенем	200	400	450	400	500	1950
r_2	0,103	0,205	0,231	0,205	0,256	1
$a_1 = (r_1 + r_2)/2$	0,097	0,239	0,206	0,193	0,265	
Витрати на ДіР з державного бюджету	10	30	20	20	30	110
r_{11}	0,091	0,273	0,182	0,182	0,273	1
Очікуваний обсяг доходів від реалізації результатів ДіР	12	35	25	20	40	132
r_{16}	0,091	0,265	0,189	0,152	0,303	1
Комерційний ефект від реалізації результатів ДіР, $a_2 = r_{16} - r_{11}$	0,000	0,008	0,008	-0,030	0,030	

Результат, $R = (I + a_2) * a_1$	0,091	0,271	0,183	0,176	0,281	
Кількість наукових статей	200	280	250	250	200	1180
r_{19}	0,169	0,237	0,212	0,212	0,169	1
Результат з публікаціями, $P = R * (I + r_{19})$	0,106	0,335	0,222	0,214	0,329	
Результат з публікаціями (усереднений), $P = (R + r_{19})/2$	0,130	0,254	0,198	0,194	0,225	

Сірим фоном виділено галузі – лідери за окремими порівняльними оцінками. Галузь 5 лідує за кількістю персоналу з урахуванням кількості співробітників з науковим ступенем та за обсягом очікуваних доходів від реалізації результатів ДіР. Галузі 2 та 5 мають однакову кількість співробітників та обсяг фінансування. При цьому в галузі 5 вдвічі більші, ніж в галузі 2, очікувані доходи від впровадження результатів ДіР.

Галузь 1 має порівняно з іншими галузями менші значення показників. Але очікуваний обсяг доходів складає 20% від обсягу фінансування, що більше, ніж у галузях 2 та 4 у відсотковому виразі. Проте це значення в порівнянні з іншими «дає» нульовий ефект, не кажучи про галузі 2 та 4, де ці значення від’ємні.

Але, незважаючи на таке від’ємне значення, з урахуванням відносної кількості публікацій галузь 2 виходить в лідери серед всіх галузей за всією сукупністю показників. Тобто, у порівнянні з іншими збиткова галузь ДіР стає в підсумку лідером, випередивши априорі провідну галузь 5.

Таким чином, одержуємо, що більша кількість публікацій «підіймає» рейтинг збиткових галузей ДіР. Виникає питання: а що краще – в перспективі мати фінансування, високу зарплату або більшу кількість публікацій, котра не завжди приводить до збільшення доходів. В поточній ситуації сфери ДіР, на наш погляд, перший варіант виглядає перспективнішим.

Цей приклад показує також, що для узгодження підсумкових оцінок потрібно зважувати показники та визначати їх властивості. Для цього пропонуються наступні якісні оцінки, які включаються до визначення агрегату $A_{i,j}$.

Будемо визначати такі оцінки з використанням п’ятибальної шкали (від 0 до 4):

– $q_1(A_{i,j})$ – рівень кваліфікації співробітників наукових установ, підприємств та організацій;

– $q_2(A_{i,j})$ – рівень активності наукових організацій та їх співробітників;

– $q_3(A_{i,j})$ – рівень зацікавленості співробітників у практичному використанні одержаних результатів;

– $q_4(A_{i,j})$ – рівень зарплати;

– $q_5(A_{i,j}) - q_7(A_{i,j})$, – рівень зацікавленості в результатах ДіР в регіоні, країні та світі;

– $q_8(A_{i,j}) - q_{10}(A_{i,j})$, – рівень використання результатів ДіР в регіоні, країні та світі;

– $q_{11}(A_{i,j})$ – рівень публікацій та патентів;

– $q_{12}(A_{i,j})$ – рівень традицій наукової діяльності в регіоні;

– $q_{13}(A_{i,j})$ – рівень визнання науковців в регіоні;

– $q_{14}(A_{i,j})$ – рівень популярності ДіР серед молоді регіону;

– $q_{15}(A_{i,j})$ – рівень забезпечення організацій обладнанням та матеріалами;

– $q_{16}(A_{i,j})$ – рівень готовності до промислової експлуатації результатів ДіР тощо.

З урахуванням якісних оцінок, інтегральна оцінка – індекс рівня розвитку науково-технічного потенціалу регіону має вигляд –

$$Aq_{i,j} = A_{i,j} * q(A_{i,j}), \quad q(A_{i,j}) = \frac{1}{80} \sum_{p=1}^{16} q_p(A_{i,j}),$$

де 80 – нормуючий коефіцієнт (16 якісних оцінок за 5-бальною шкалою).

Зауважимо, що $Aq_{i,j}$ можна розглядати з урахуванням вагових коефіцієнтів важливості видів ресурсів, відпрацювання оцінок яких потребує аналізу реальних даних.

Суми

$$Aq_j = \sum_i Aq_{i,j} \quad \text{та} \quad Aq_i = \sum_j Aq_{i,j} \quad (2)$$

відповідно відображають характеристику науково-технологічного потенціалу регіону країни j та сукупну характеристику науково-технологічних ресурсів предметної галузі i .

Мінімальне, середнє або в інший спосіб визначене по інтегральній оцінці (2) значення можна визначити як індекс рівня розвитку національного науково-технологічного потенціалу.

Вираз (1) об'єднує звичні критерії ефективності – відношення одержаних результатів досліджень і розробок на одиницю різнобічних витрат на них – необхідних нерухомого майна та обладнання, витрат на проведення ДіР і співробітників. Інтегральні оцінки (2), які включають і якісні оцінки, відображають кількісну та якісну характеристику стану науково-технологічних ресурсів.

Зміну цього стану внаслідок виконання певних стратегій (дій учасників сфери ДіР) з розвитку науково-технологічного потенціалу можна оцінювати, таким чином, як зміну оцінок (1)–(2). Якщо прийняти, що якісні оцінки не змінюються на певному проміжку часу, що на невеликих проміжках часу відповідає практиці, то можна перейти до аналізу стратегій на основі (1).

Виділимо такі групи основних учасників (гравців), діяльність яких стосується ДіР:

- a) державні наукові організації та установи;
- b) приватні виробничі, наукові та інші підприємства;
- c) індивідуальні фахівці;
- d) органи влади.

Визначимо стратегію кожної з груп учасників як вектор

$$s_{i,j,*} = (a_{i,j,1,*}, a_{i,j,2,*}, a_{i,j,3,*}, a_{i,j,4,*}, a_{i,j,5,*}, a_{i,j,6,*}), \quad (3)$$

який складається з введених оцінок: $a_{i,j,1}$ – персоналу; $a_{i,j,2}$ – обсягу нерухомого майна; $a_{i,j,3}$ – виробничих витрат; $a_{i,j,4}$ – зарплати співробітників; $a_{i,j,5}$ – доходів від ДіР; $a_{i,j,6}$ – публікацій за результатами ДіР у відношенні до груп учасників, позначених *.

Вектор $sit_{i,j} = (s_{i,j,a}, s_{i,j,b}, s_{i,j,c}, s_{i,j,d})$, який визначає стратегії всіх учасників галузі досліджень i регіону j або, в теоретико-ігровій термінології [2–3], ситуацію, що склалася в сфері ДіР, можна розглядати як сукупну стратегію виконання (та підтримки) всієї сукупності ДіР. Стратегія розвитку сфери ДіР, таким чином, полягатиме у підвищенні агрегованих оцінок (1). У спрощеному вигляді її можна визначити як дії зі зменшення перших трьох та збільшення останніх трьох компонент векторів (3).

Безпосередній вплив на створення науково-технологічних ресурсів, тобто на компоненти вектору (3), мають наукові організації та індивідуальні фахівці, які формують напрямки майбутніх ДіР та виконують них. Природно, цей вплив залежить від обсягів фінансування (компоненти $a_{i,j,2}$, $a_{i,j,3}$; $a_{i,j,4}$), яке зараз насамперед здійснюється органами влади, виходячи з наявного бюджету. На сьогодні обсяги коштів, що виділяються, не відповідають обсягам фінансування ДіР, притаманним сучасній міжнародній практиці. На сьогодні, навіть бажаючи підвищити рівень фінансування ДіР, держава не зможе довести його до відповідного світового рівня через обмаль бюджетних коштів. Але ж не можна чекати, коли бюджет стане достатнім за рахунок доходів від інших видів діяльності, які зараз теж залежать від застосування результатів ДіР.

Необхідні нові національні стратегії розвитку ДіР, які враховують дії всіх учасників цього процесу та його обставини. Найбільший ефект таких стратегій природно очікувати в разі одержання всіма учасниками користі відповідно до зробленого ними внеску в процес використання та створення науково-технологічних ресурсів, тобто в разі узгодження їх вихідних інтересів та внесків. В теоретико-ігровій термінології таке узгодження є результатом виконання певного принципу оптимальності, в межах ресурсної моделі [3] – побудованого на основі вектору Шеплі, за яким виграш визначається оптимальним поділом, відповідним стратегіям та внескам коаліцій у всіх можливих ситуаціях.

При виконанні цього принципу оптимальності органи влади, як одна з коаліцій моделі розвитку ДіР, має одержувати відповідний їх (фінансовому) внеску в розвиток ДіР виграш. Але в національній практиці органи влади, фінансуючи практично всіх учасників системи (насамперед групи а) та с)), не одержують відповідного виграшу через відсутність практичного застосування ними результатів більшості ДіР. Виходить, що всі ДіР є або цільовими, або фундаментальними, що, з одного боку, не відповідає дійсності, з іншого – всі ДіР не можуть бути такими, оскільки не дадуть користі всьому суспільству, хоча й можуть дати її науці в цілому. Учасники групи b), а також а) та, особливо, групи с) мають всі можливості використовувати одержані, в тому числі за державні кошти, доходи (виграші) у власних інтересах. Це може сприяти задоволенню інтересів влади як представника інтересів всієї системи щодо потенційного зростання рівня економіки та добробуту. Але це можливо лише при істотних обсягах застосування результатів ДіР та потребує значного часу для досягнення цих обсягів.

Іншими словами, існуюча система фінансування сфери ДіР є незбалансованою та потребує насамперед узгодження інтересів органів влади та

інших учасників, яке може ґрунтуватися на визначенні комерційного ефекту від фінансування та виконання ДіР.

Але стратегії фінансування з урахуванням комерційного ефекту результатів проведених ДіР «не зовсім збігаються» з інтересами наукових організацій та науковців, оскільки вимагають від них незвичного підходу, який вимагає й відповідальності за фінансові результати виконаної роботи. Це ще одна суперечність існуючої схеми діяльності сфери ДіР, яка додатково стосується бажання одержання високих зарплат, поваги в суспільстві тощо.

За «комерційних» умов працюють приватні науково-виробничі підприємства, для яких ДіР забезпечують конкурентоспроможність створених продуктів та саме існування й перспективи розвитку. Це характерно для практично всіх міжнародних корпорацій, які випускають масові продукти. Це ж стосується індивідуальних фахівців, для яких ДіР складають основу життєдіяльності, яка забезпечується ними за допомогою створених технологій, продуктів або знань, переданих національним або міжнародним інституціям, в тому числі як найманими працівниками.

Детальніше поточні, звичні (крім чотирьох останніх), стратегії в сфері ДіР, спрямовані на збільшення компонент $a_{i,j,4,*}$, $a_{i,j,5,*}$, $a_{i,j,6,*}$ вектору (3), можна охарактеризувати наступним чином:

- формування та пропозиція наукових ідей та проектів ДіР;
- виконання ДіР (в тому числі одержання зарплати працівниками);
- залучення бюджетних коштів, замовлень, проектів, інвестицій;
- одержання доходів від продажу нових продуктів, технологій, надання послуг;
- публікація результатів ДіР, затвердження пріоритету результатів досліджень;
- збільшення наукометричних індексів;
- забезпечення іміджу, інвестиційної привабливості, інтересу до організації, реклама та популяризація ДіР, що проводяться нею;
- забезпечення конкурентоспроможності через створення нових продуктів;
- забезпечення комерційного ефекту результатів ДіР.

Ці стратегії більшою мірою відносяться до груп а) – с), виконуються ними одночасно як складові сукупної стратегії. Їх реалізація неможлива без витрат, що описуються компонентами $a_{i,j,1,*}$, $a_{i,j,2,*}$, $a_{i,j,3,*}$, до яких насамперед відносяться:

- науково-виробничі витрати;
- стимулювання публікації у наукометричних виданнях;
- рекламні, презентаційні витрати;
- забезпечення ефективності господарської діяльності, ресурсного забезпечення виконання ДіР, належної зарплати співробітників та їх кількості в залежності від напрямків та обсягів досліджень, що виконуються;
- оптимізація експлуатаційних витрат, обсягів необхідного майна;
- надання майна в оренду, передача (частини) наявного нерухомого майна на користь третіх осіб (державі);
- об'єднання організацій та їх підрозділів задля скорочення експлуатаційних витрат, обсягів «вільного» нерухомого майна, що знаходиться у використанні;

– пропозиція спільних проєктів, ДіР, просування національних проєктів на міжнародному рівні.

Перелічені узагальнені стратегії стосуються насамперед керівників досліджень та організацій. До традиційних витратних стратегій додані стратегії з просування ДіР, з ефективності використання необхідного для ДіР майна та виробничих витрат. Все це має ґрунтуватися на заздалегідь визначених пріоритетних проблемах та завданнях, що слідує з національних та регіональних маркетингових цілей та інтересів, з відповідного комерційного ефекту ДіР або з їх цільового чи фундаментального спрямування. При цьому дохід, одержаний від результатів ДіР, й забезпечуватиме фінансування фундаментальних досліджень.

Таким чином, можна визначити узагальнені стратегії керівництва сфери ДіР та органів влади, що її фінансують. Крім зазначених вище, ці стратегії мають включати:

– визначення конкретних пріоритетів ДіР, напрямків та очікуваного комерційного ефекту використання їх результатів – вплив на підприємства, створені робочі місця, в тому числі в суміжних галузях, потенційний рівень зарплати виконавців ДіР та ін.;

– визначення переліку конкретних ДіР, які мають спрямовуватися не на певні організації чи керівників, а на завдання, визначені пріоритетами та потенційним комерційним ефектом ДіР; такі завдання з досвіду програм ЄС можуть визначатися й авторами спільних проєктів, які надалі затверджуються відповідними експертами; до речі, такий підхід дозволяє не займатися хибним рейтингуванням співробітників та установ за наукометричними та іншими оцінками, що регулюватиметься самими учасниками певного проєкту;

– формування консорціумів, груп виконавців ДіР, залучення інвесторів, в тому числі на конкурсній основі;

– визначення цільових ДіР та інвестицій, спрямованих на вирішення ключових проблем в країні та в її регіонах;

– визначення інвестиційних засад фінансування ДіР з урахуванням та оптимізацією всіх комерційно-виробничих факторів їх виконання;

– визначення обсягів фінансування організацій та установ, які, по-перше, мають характер національної історико-культурної, природної, наукової та іншої спадщини, по-друге, спрямовані на пріоритетні фундаментальні дослідження, тобто організацій, які не можуть дати істотного комерційного ефекту, але підтримують належний рівень традицій, знань та іміджу наукових установ в країні;

– створення пільгових умов, переваг інвестування та використання національних розробок та фахівців для залучення національних та міжнародних компаній до підтримки ДіР в Україні;

– нематеріальна підтримка ДіР, відновлення престижу наукової діяльності, забезпечення підвищеного рівня заробітної плати в науково-технологічній сфері, в тому числі за рахунок підвищення ефективності витрат на ДіР, створення науково-технологічних парків, залучення зарубіжних компаній та ін.

Слід додати, що сьогодні в НАН України проводиться оцінювання організацій з метою визначення їх категорій. Але воно не змінює поточних стратегій розвитку ДіР, до яких додається лише збільшення наукометричних

індексів. Це, крім кількості відповідних публікацій, навряд чи вплине на збільшення, особливо національних, науково-технологічних ресурсів. Як зазначалося, ці індекси можуть бути основою для знаходження установ-співвиконавців та подальших спільних робіт, але набагато простіше й дешевше найняти самих авторів публікацій, які мають ті самі індекси для участі у спільних (закордонних) проектах та безпосередньо контролювати їх діяльність. Виходить, що ми самі створюємо базу для пресловутого «витікання мізків», запорукою чого стануть ті самі збільшені внаслідок вимог керівництва наукометричні індекси, які відносяться до авторів публікацій, а не до установ, де вони працюють.

Крім цього, також можна сказати, що більшість з перелічених стратегій виконувалась та виконується зараз, але сфера ДіР як була, так і залишається в занепаді. Може, треба звернути увагу на відносно нові для нас стратегії? Це знов-таки визначення пріоритетів ДіР з урахуванням їх комерційного та соціального ефекту, оптимізація різнобічних витрат на дослідження. Тоді, приміром, поетапна стратегія розвитку, спрямована на збільшення оцінок (1), може виглядати наступним чином.

Висновки

Замість висновку, або приклад формування узагальненої стратегії розвитку.

Вихідною точкою формування стратегії розвитку є визначення пріоритету – наприклад, енергозабезпечення країни за рахунок використання сонячних електростанцій.

Мета ДіР – створення виробництва та продаж сонячних електростанцій власного виробництва на національному та міжнародних ринках, що включає розробку сонячних батарей не менш ніж, наприклад, 120% енергоефективності (для початкової стадії проекту) в порівнянні з кращими міжнародними зразками, створення необхідного суміжного обладнання, програмних та мікроелектронних засобів автоматичного керування сонячними електростанціями, створення їх промислового виробництва та продаж всім зацікавленим сторонам.

Ринок збуту цієї продукції – практично необмежений (умовно), особливо в національному розрізі, що обґрунтовує вихідну доцільність проекту.

Партнери проекту – національні та міжнародні інститути, підприємства та корпорації, для яких забезпечуються пільгові умови для вкладення інвестицій та, в разі необхідності, державні гарантії. На сьогодні, враховуючи, що на міжнародному рівні депозити мають практично нульові відсотки, це можуть бути не дуже обтяжні умови. Партнери обираються за аналогією з рамковими програмами ЄС, але з урахуванням потенційного не тільки наукового, а виробничо-комерційного внеску, вибір може ґрунтуватися на тендерних засадах формування консорціуму виконавців проекту.

Визначення маркетингових стратегій виробництва, що створюється за проектом, календарного плану робіт з його виконання, відповідальних сторін, ризиків та ін.

Визначення місця розташування науково-технологічної, промислової та експериментальної бази виробництва, що створюється за проектом.

Визначення дослідницьких, виробничих, торгових та інших витрат, умов інвестицій, сплати кредитних коштів по них, оцінка фінансових показників

проекту.

При виконанні цього проекту керівництво сфери ДіР, органи влади, крім функцій фінансування, що мають базуватися на пільгових кредитно-інвестиційних підходах, виконують функції просування проекту, узгодження інтересів його партнерів, розподілу одержаних доходів на фундаментальні та цільові ДіР, тобто виконують оновлені функції корпоративного управління всією сферою ДіР.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Горбулін В.П., Полумієнко С.К., Стрижак О.Є. Індикативне оцінювання науково-технологічного розвитку: методологічний аспект. Стратегічна панорама, 2018, №1. С. 5-19.
2. Polumiienko, S., Rybakov L., Trofymchuk O. (2013). The Game-Theoretical Approach to the Simulation of Sustainable Development Strategies // Journal of Earth Science and Engineering, No. 3, pp. 337-340.
3. Полумієнко С.К., Стрижак О.Є., Трофимчук О.М. Ресурсно-онтологічний підхід до оцінки рівня національного розвитку // Математичне моделювання в економіці, 2016. № 3–4. С. 7-26.

REFERENCES

1. Horbulin V.P., Polumiienko S.K., Stryzhak O.Ie. Indykativne otsinyuvannya naukovo-tekhnolohichnoho rozvytku: metodolohichnyy aspekt / Stratehichna panorama, 2018, №1. pp. 5-19. (In Ukrainian).
2. Polumiienko, S., Rybakov L., Trofymchuk O. The Game-Theoretical Approach to the Simulation of Sustainable Development Strategies, Journal of Earth Science and Engineering, 2013, No. 3, pp. 337-340.
3. Polumiienko S.K., Stryzhak O.Ye., Trofymchuk O.M. Resursno-ontolohichnyy pidkhid do otsinky rivnya natsional'noho rozvytku // Matematychnye modelyuvannya v ekonomitsi, 2016. №3–4, pp. 7-26. (In Ukrainian).

Стаття надійшла до редакції 31.05.2019.